

**DELPHION**

DE 100 08829

No active tr.

Select GR

St

RESEARCH

PRODUCTS

INSIDE DELPHION

Log Out Work Files Saved Searches

My Account

Search: Quick/Number Boolean Advanced Der

**The Delphion Integrated View**Get Now:  PDF | [More choices...](#)Tools: [Citation Link](#) | Add to Work File: [Create new Work](#)View: [Expand Details](#) | [INPADOC](#) | Jump to: [Top](#)Go to: [Derwent](#) [Email](#)

🔍 Title: **US6830631: Method for the removing of adsorbed molecules from a**  
 >> [View Certificate of Correction](#) for this publication

🔍 Derwent Title: Removing molecules adsorbed on the surfaces of a chamber and/or an object located in the chamber used in a CVD processing chamber comprises feeding polar molecules into the chamber to exert a desorbing action [\[Derwent Record\]](#)

🔍 Country: **US** United States of America

🔍 Inventor: **Nenyei, Zsolt**; Wipplingen, Germany  
**Lerch, Wilfried**; Dornstadt, Germany  
**Niess, Jurgen**; Sontheim, Germany  
**Graf, Thomas**; Biberach, Germany

🔍 Assignee: **Steag RTP Systems GmbH** Germany  
 other patents from [STEAG RTP SYSTEMS GMBH \(769445\)](#) (approx. 3)  
[News, Profiles, Stocks and More about this company](#)

🔍 Published / Filed: **2004-12-14 / 2002-09-25**

🔍 Application **US2002000220001**

Number:

🔍 IPC Code: **B08B 7/04**;

🔍 ECLA Code: **C23C14/56D**; H01L21/00S2H;

🔍 U.S. Class: **Current:** [134/037](#); [134/019](#); [134/021](#); [134/022.15](#); [134/022.18](#); [134/030](#); [134/034](#); [134/902](#); [438/905](#); [438/906](#);  
**Original:** [134/037](#); [134/019](#); [134/021](#); [134/021.1](#); [134/022.15](#); [134/022.18](#); [134/030](#); [134/034](#); [134/902](#); [438/905](#); [438/906](#);

🔍 Field of Search: [134/019,21,21.1,22.15,22.18,30,34,902,37,17,22.1,31,36](#) [438/905,906](#)  
[034/402-406,408-415,212,472,443](#)

🔍 Priority Number: 2000-02-25 **DE2000010008829**

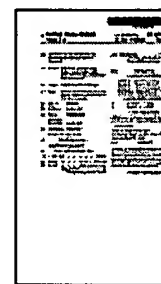
🔍 Abstract: A method of removing first molecules adsorbed on the surfaces of a chamber and/or at least one object found in the chamber is provided. Second, polar molecules that have a desorptive effect on the first molecules are introduced into the chamber. The second molecules comprise nitrogen and hydrogen, and especially NH<sub>3</sub> molecules.

🔍 Attorney, Agent or Firm: **Robert W. Becker & Associates ; Becker, Robert W. ;**

🔍 Primary / Asst. **Kornakov, M.;**

Examiners:

🔍 Maintenance [CC](#) Certificate of Correction issued



BEST AVAILABLE COPY

Status: [View Certificate of Correction](#)

INPADOC [Show legal status actions](#) [Get Now: Family Legal Status Report](#)  
 Legal Status:  
 Parent Case: This application is a 371 PCT/EP01/01931 filed Feb. 21, 2002.

Family: [Show 7 known family members](#)

First Claim: [Show all 18 claims](#)  
 What is claimed is: 1. A method of removing first molecules adsorbed on surfaces of at least one of a processing chamber and at least one object located in the chamber, said method including the step of:

- introducing into said chamber second polar molecules that have essentially only a desorptive effect on said first molecules, wherein said second molecules comprise nitrogen and hydrogen, and wherein said second molecules and/or said surfaces are provided with thermal energy sufficient to replace the first molecules with the second molecules on said surfaces.

Background / Summary: [Show background / summary](#)

Drawing Descriptions: [Show drawing descriptions](#)

Description: [Show description](#)

PCT Number: **PCT/EP01/01931 WO0163002**

PCT Pub./Filed **2001-08-30 / 2002-02-21**

Dates:  
 § 371 / 102(e) **2002-09-25 / 2002-09-25**  
 Dates:

U.S. References: [Go to Result Set: All U.S. references](#) | [No patents reference this one](#) | [Backward references](#) (5) | [Citation Link](#)

PDF	Patent	Pub.Date	Inventor	Assignee	Title
	<a href="#">US3279946*</a>	1966-10	Schaarschmidt		
	<a href="#">US4512812</a>	1985-04	Liebert et al.	Varian Associates, Inc.	<a href="#">Method for reducing phosphorus contamination in a vacuum processing chamber</a>
	<a href="#">US4723363</a>	1988-02	Seelbach et al.	Motorola Inc.	<a href="#">Process for removal of wafer</a>
	<a href="#">US6395099</a>	2002-05	Pan	Micron Technology	<a href="#">Method of processing semiconductor surfaces in a semiconductor processing chamber based on a temperature differential between surfaces</a>
	<a href="#">US6759336</a>	2004-07	Chebi et al.	Lam Research Corporation	<a href="#">Methods for reducing contamination of semiconductor substrates</a>
* some details unavailable					

Foreign References:

PDF	Publication	Date	IPC Code	Assignee	Title
	<a href="#">JP61208424</a>	1986-09			



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 100 08 829 B4** 2005.06.23

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **100 08 829.5**  
(22) Anmeldetag: **25.02.2000**  
(43) Offenlegungstag: **06.09.2001**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **23.06.2005**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **B01D 53/02**  
**F04B 37/00, B01D 53/26, B01J 19/14,**  
**F27D 11/12, H01L 21/18, C23C 16/44**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:  
**STEAG RTP Systems GmbH, 89160 Dornstadt, DE**

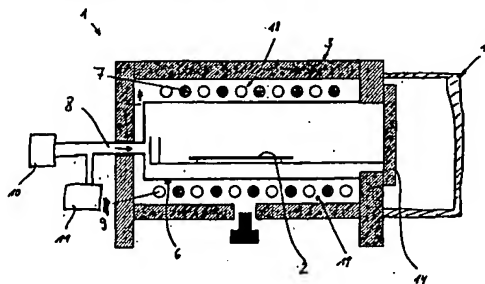
(74) Vertreter:  
**WAGNER & GEYER Partnerschaft Patent- und  
Rechtsanwälte, 80538 München**

(72) Erfinder:  
**Nenyei, Zsolt, Dr., 89160 Dornstadt, DE; Lerch,  
Wilfried, Dr., 89160 Dornstadt, DE; Nieß, Jürgen,  
Dr., 89160 Dornstadt, DE; Graf, Thomas, 89160  
Dornstadt, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**US 47 23 363**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Entfernen von adsorbierten Molekülen aus einer Kammer**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Entfernen von auf den Oberflächen einer Kammer und/oder wenigstens eines in der Kammer befindlichen Objekts adsorbierten ersten Molekülen, insbesondere einer Prozeß- oder Schleusenkammer einer Schnellheizanlage, gekennzeichnet durch Einleiten von zweiten, polaren Molekülen aus Stickstoff und Wasserstoff, insbesondere  $\text{NH}_3$  Molekülen, in die Kammer, die auf die ersten Moleküle eine desorbierende Wirkung ausüben.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Entfernen von auf den Oberflächen einer Kammer und/oder wenigstens eines in der Kammer befindlichen Objekts adsorbierten ersten Molekülen, insbesondere auf das Entfernen von polaren Molekülen aus einer Prozeß- oder Schleusen-kammer einer Schnellheizanlage.

**[0002]** Bei vielen innerhalb einer Prozeßkammer durchgeführten Verfahren, wie beispielsweise CVD-Prozessen oder Wärmebehandlungen von Objekten, vor allem in der Halbleiterindustrie und der Mikroelektronik, kann beispielsweise Feuchtigkeit das Verfahren beeinträchtigen. Feuchtigkeit neigt dazu, an den Kammerwänden, den Objekten, wie beispielsweise Halbleitersubstraten oder anderen Elementen in der Kammer adsorbiert zu werden. Beispiele für Verfahren, die durch die Anwesenheit von Wasser beeinträchtigt werden, sind die Herstellung von ultraflachen pn-Übergängen (ultra shallow junctions), Metallisierungsprozesse und viele CVD-Prozesse. Wasser beeinträchtigt außerdem sogenannte COP's oder crystal originated particles, sowie die Ausbildung sauerstofffreier Oberflächenschichten (magic denuded zones).

**[0003]** Die an den Kammerwänden oder den Substraten adsorbierten Wassermoleküle führen zu unerwünschten chemischen Reaktionen, welche ein Behandlungsergebnis beeinträchtigen. Vor allem bei der Wärmebehandlung von Halbleitersubstraten wirkt sich Wasser innerhalb der Reaktionskammer negativ auf die zu behandelnden Substrate bzw. die darauf aufgetragenen Schichten aus. Beispielsweise besitzt Wasser in der Größenordnung von weniger als 1 ppm bis mehreren 100 ppm in einer sauerstofffreien Atmosphäre während einer thermischen Behandlung abhängig von der Prozeßtemperatur eine ätzende Wirkung auf Silizium- oder GaAs-Wafer. Eine ursprünglich glatt polierte Oberfläche des Wafers wird dabei atomar aufgeraut. Es ist möglich, daß sich auf dem Wafer Zonen eines diffusen Schleiers ausbilden. Auf der Substratoberfläche aufgetragene Strukturen können hierdurch zerstört oder zumindest beeinträchtigt werden. Darüber hinaus setzt sich das abgeätzte Material des Halbleiterwafers möglicherweise an einer anderen Stelle innerhalb der Prozeßkammer ab, wodurch die Kammer kontaminiert wird.

**[0004]** Die Ursache für Wasser innerhalb einer Prozeßkammer ist vor allem die Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft. Bei jedem Öffnen der Prozeßkammer, beispielsweise zum Entnehmen und Einführen des zu behandelnden Objekts oder bei Wartungsarbeiten, dringt Luft in die Prozeßkammer ein. In Reinräumen liegt die relative Luftfeuchtigkeit in der Regel zwischen 38 % und 42 %. Das in der Luft vorhandene

Wasser setzt sich auf dem zu behandelnden Objekt oder den Kammerinnenwänden ab. Besonders verstärkt tritt dieses Problem nach einer zuvor erfolgten naßchemischen Behandlung des Objekts auf. In diesen Fällen wird Wasser in wesentlich größeren Mengen von der Substratoberfläche adsorbiert. Aber auch besondere Beschichtungen eines Wafers mit verschiedenen Materialien, wie sie in der Halbleitertechnik häufig vorkommen, können die Adsorptionswirkung gegenüber Wasser erhöhen. Siliziumdioxid, welches häufig als Beschichtungsmaterial eingesetzt ist, ist stark hydrophil und besitzt eine große Adsorptionswirkung gegenüber Wasser. Insbesondere bei CVD-Prozessen kann die Prozeßkammer durch pulverförmige Abscheidungen verunreinigt werden. In diesen Fällen kann eine große Menge an Wasser adsorbiert werden, da infolge der pulverförmigen Mikroteilchen in der Kammer eine vergrößerte Oberfläche für die Adsorption zur Verfügung steht.

**[0005]** Um Wasser aus einer Prozeßkammer zu entfernen, ist es bekannt, die Kammer über einen längeren Zeitraum mit einem inerten Gas zu spülen. Dabei sind Spülzeiten von bis zu 12 Stunden keine Seltenheit, um den Wasseranteil innerhalb der Prozeßkammer auf ein akzeptables Maß zu reduzieren, wie es beispielsweise von Andrew, Inman, Haider, Gillespie & Brookshire in „Increasing equipment uptime through in situ moisture monitoring“, Solid State Technology, August 1998, beschrieben wird. Bei Systemen, bei denen das Substrat über eine Schleuse in die Kammer eingeführt wird, sogenannte Load-lock-Systeme, muß nicht die gesamte Kammer, sondern lediglich die kleinere Schleusen-kammer, in der sich der Wafer vor dem Beladen befindet, gespült werden. Die Spülzeit verringert sich dabei zwar auf 4 Stunden, ist aber noch immer außerordentlich hoch, wodurch die Behandlung von Halbleiterwafern unwirtschaftlich wird.

**[0006]** Aus der US 4,723,363 ist ferner ein Verfahren zum Entfernen von Wasser aus einer Prozeßkammer für Halbleiterwafer bekannt. Bei diesem Verfahren wird die Prozeßkammer zunächst mit einem inerten Gas gespült, und anschließend wird ein organisches Halogensilan in die Prozeßkammer eingeleitet, das das Wasser hydrolisiert, um die Kammer zu trocknen.

**[0007]** Ausgehend von diesem bekannten Verfahren liegt der vorliegenden Erfindung daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum schnellen und effizienten Entfernen von polaren Molekülen, wie z. B. von Wassermolekülen, aber auch von unpolaren Molekülen, wie z. B. Sauerstoffmolekülen, aus einer Kammer vorzusehen, ohne dabei Nebenprodukte zu erzeugen. Dabei bezieht sich die vorliegende Erfindung insbesondere auf das Entfernen von Wassermolekülen aus einer Prozeß- und/oder Schleusen-kammer einer Schnellheizanlage.

[0008] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch Einleiten von zweiten polaren Molekülen aus Stickstoff und Wasserstoff, insbesondere  $\text{NH}_3$  Molekülen, in die Kammer gelöst, die auf die ersten Moleküle eine desorbierende Wirkung ausüben. Das Einleiten der zweiten polaren Moleküle beschleunigt die Desorption der unerwünschten ersten Moleküle. Nach dem Lösen der ersten Moleküle nehmen die zweiten polaren Moleküle vorzugsweise die Stelle der ersten Moleküle ein, so daß eine erneute Adsorption verhindert wird. Dadurch lassen sich schneller vorgegebene Grenzwerte für die Konzentration der ersten Moleküle innerhalb der Kammer erreichen, wodurch sich die Durchsatzraten der Anlage und somit ihre Wirtschaftlichkeit erhöhen lassen. Gleichzeitig lassen sich geringere Werte der Konzentration der ersten Moleküle innerhalb der Kammer erreichen, was zu besseren Prozeßergebnissen führt. Vorzugsweise sind die ersten Moleküle Wasser- und/oder Sauerstoffmoleküle, welche auf Halbleiterwafer eine ätzende Wirkung haben können. Durch Entfernen dieser Moleküle kann daher eine Beschädigung der Wafer oder der darauf angebrachten Strukturen verhindert werden.

[0009] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird vor, während und/oder nach dem Einleiten der zweiten polaren Moleküle ein Spülgas, insbesondere ein inertes Gas oder  $\text{N}_2$ , durch die Kammer geleitet, um die desorbierten ersten Moleküle zuverlässig aus der Kammer auszubringen. Dabei wird bei einer Ausführungsform der Erfindung vorzugsweise zunächst Spülgas und anschließend eine Mischung aus Spülgas und den zweiten polaren Molekülen durch die Kammer geleitet, um zunächst eine Vorspülung zu erreichen. Erst nach der Vorspülung werden die zweiten polaren Moleküle durch die Kammer geleitet, um eine weitere Desorption der ersten Moleküle zu bewirken. Durch diesen zweistufigen Schritt kann die Menge der verwendeten zweiten polaren Moleküle verringert werden. Um beispielsweise Wasser bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von ca. 40 % und Raumtemperatur mittels  $\text{NH}_3$  auszubringen, erweist sich ein Mischungsverhältnis von 9:1 zwischen dem Spülgas und dem polaren  $\text{NH}_3$  als vorteilhaft.

[0010] Bei einer alternativen Ausführungsform werden zunächst das Spülgas und anschließend die zweiten polaren Moleküle durch die Kammer geleitet, um wiederum einen zweistufigen Vorgang zu erreichen. Dadurch, daß in dem zweiten Schritt nur polare Moleküle durch die Kammer geleitet werden, wird die Desorptionswirkung stark erhöht. Nach dem zweiten Schritt kann vorteilhafterweise wieder ein Spülgas durch die Kammer geleitet werden.

[0011] Um die Desorption der ersten Moleküle zu unterstützen, wird vorzugsweise die Temperatur innerhalb der Kammer gesteuert. Dabei werden vor-

zugsweise die Wände der Kammer und/oder ein in der Kammer befindliches Objekt, wie beispielsweise ein Halbleiterwafer, erhitzt. Für eine gute Desorptionswirkung wird das Objekt vorzugsweise auf einen Temperaturbereich zwischen 400 °C und 800 °C erhitzt.

[0012] Die Desorption kann vorteilhafterweise auch dadurch gefördert werden, daß die zweiten polaren Moleküle und/oder das Spülgas vor dem Einleiten in die Kammer erhitzt werden.

[0013] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung bestehen die zweiten polaren Moleküle aus Stickstoff und Wasserstoff und bilden insbesondere  $\text{NH}_3$ -Moleküle.

[0014] Bei der Wahl des Austausch-Adsorbats ist darauf zu achten, daß die zweiten polaren Moleküle den gewünschten Schnellheizprozeß unterstützen und keinesfalls stören. So wird beispielsweise eine unerwünschte oxidierende Wirkung von Wasser vermieden, indem man  $\text{NH}_3$  als zweites polares Molekül wählt und somit eine häufig erwünschte Nitridation oder eine reduktive Wirkung auf das zu prozessierende Objekt herbeiführt.

[0015] Vorteilhafterweise wird der Druck in der Kammer auf einen Überdruck oder einen Unterdruck gesteuert. Auch kann ein sequentielles Desorbieren in mehreren Spülstufen von Vorteil sein, wobei in jeder Stufe andere polare Moleküle oder Molekülgemische verwendet werden.

[0016] Die vorliegende ist besonders für das Entfernen von Wasser- und Sauerstoffmolekülen aus der Prozeß- und/oder Schleusenkommer einer Schnellheizanlage zur thermischen Behandlung von Halbleiterwafern geeignet.

[0017] Die Erfindung wird nachstehend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert. Es zeigen:

[0018] **Fig. 1** eine schematische Schnittansicht einer Vorrichtung zum thermischen Behandeln eines Substrats;

[0019] **Fig. 2a** den Wassergehalt in einer Gasströmung beim Verlassen einer Prozeßkammer in Abhängigkeit von der Zeit;

[0020] **Fig. 2b** ein Diagramm eines Gas-Strömungsverlaufs, sowie eines Temperaturverlaufs innerhalb einer Prozeßkammer in Abhängigkeit von der Zeit;

[0021] **Fig. 3a, 3b** ähnliche Diagramme wie in den **Fig. 2a** und **2b** mit unterschiedlichen Gasströmungen und Temperaturverläufen;

[0022] **Fig. 4** ein Diagramm, welches die Auswirkungen mehrmaliger Wiederholungen des erfindungsgemäßen Verfahrens auf die Feuchtigkeit in einer Prozeßkammer zeigt.

[0023] **Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung einer Schnellheizanlage 1 zum thermischen Behandeln von Substraten 2, wie sie beispielsweise aus der auf dieselbe Anmelderin zurückgehenden, nicht veröffentlichten DE 199 23 400.0 bekannt ist. Die Vorrichtung 1 weist ein Gehäuse 3 auf, welches im Inneren eine verspiegelte Kammer 4 umfassen kann. Innerhalb des Gehäuses 3 ist eine Prozeßkammer 6, die vorzugsweise aus Quarz besteht, vorgesehen. Innerhalb der Prozeßkammer 6 ist eine Auflage zur Aufnahme und zum Halten eines Halbleiterwafers 2 vorgesehen. Die Prozeßkammer 6 besitzt an einem Ende eine Gaseinlaßleitung 8, die mit wenigstens zwei unterschiedlichen Gasquellen 10 und 11 in Verbindung steht. Ein der Gasleitung 8 gegenüberliegendes Ende der Prozeßkammer 6 ist durch eine Kammertür 14 verschlossen. Im Bereich der Kammertür 14 kann an der Außenseite des Gehäuses 3 eine Schleusenkammer 16 vorgesehen sein, über die in bekannter Art und Weise Halbleiterwafer 2 in die Prozeßkammer 6 eingebracht und aus ihr entnommen werden.

[0024] Die Prozeßkammer 6 ist von einer oberen und einer unteren Wand des Gehäuses 3 beabstandet, und in den dazwischen gebildeten Räumen sind Lampenbänke 18, 19 angeordnet, um in bekannter Art und Weise den Halbleiterwafer 2 thermisch zu behandeln. Dabei können die Lampenbänke 18, 19 sowohl Wolfram-Halogen-Lampen 7 als auch UV-Lampen 9 aufweisen oder jeweils nur eine Lampensorte.

[0025] Während des Öffnens der Schleusenkammer 16 tritt Luft mit einem bestimmten Feuchtigkeitsgehalt in die Schleusenkammer 16 ein, welche beim Öffnen der Kammertür 14 zumindest teilweise in die Prozeßkammer 6 gelangt. Die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit kann auf den Innenwänden der Prozeßkammer 6, den in der Kammer 6 befindlichen Halteelementen und auf dem Halbleiterwafer 2 adsorbieren. Es ist jedoch wichtig, die Feuchtigkeit in der Kammer auf ein Minimum zu reduzieren, da die Feuchtigkeit bei einer thermischen Behandlung des Halbleiterwafers 2 diesen beschädigen kann. So fordern internationale Entwicklungsrichtlinien, wie die Sematech Roadmap oder die International Roadmap For Semiconductors (ITRS) im Zuge der 0,13 µm-Technologie einen Gesamtgehalt an Oxidanten, d. h.  $O_2$  und  $H_2O$  von weniger als 1 ppm innerhalb der Kammer.

[0026] Um den Feuchtigkeitsgehalt derart zu reduzieren, wird über die Leitung 8 von der Gasquelle 10 her ein Spülgas, wie beispielsweise ein inertes Gas oder  $N_2$ , in die Prozeßkammer 6 eingeleitet und an einer geeigneten, nicht gezeigten Stelle ausgeleitet.

Das Spülgas nimmt einen Teil der Feuchtigkeit auf und transportiert ihn aus der Prozeßkammer 6 hinaus. Um eine Desorption von adsorbierten  $O_2$ - und  $H_2O$ -Molekülen zu erreichen, wird zusätzlich ein polare Moleküle enthaltendes Gas, wie beispielsweise  $NH_3$ , aus der Gasquelle 11 in die Leitung 8 und die Prozeßkammer 6 eingeleitet. Die polaren Moleküle besitzen eine desorbierende Wirkung auf Wasser und Sauerstoff und ermöglichen somit eine bessere Entfernung des Wassers und des Sauerstoffs aus der Kammer 6. Dabei kann das Gas aus polaren Molekülen in den Spülgasstrom eingeleitet werden, oder der Spülgasstrom kann unterbrochen und nur polares Gas in die Kammer 6 eingeleitet werden, um eine gute Desorptionswirkung vorzusehen. Anschließend kann wiederum ein Spülgas in die Kammer 6 eingeleitet werden, oder ein Prozeßgas, welches bestimmte Reaktionen während der thermischen Behandlung des Halbleiterwafers 2 fördert. Diese Schritte lassen sich beliebig oft wiederholen, wobei in jedem Schritt andere Gase verwendet werden können. Die desorbierende Wirkung kann auch durch ein Gasgemisch aus verschiedenen polaren Molekülen erzielt werden, deren Konzentration den Prozeßbedingungen, wie z. B. Temperatur und Druck, angepaßt werden kann. Ferner können die desorbierend wirkenden polaren Moleküle auch erst in der Reaktionskammer erzeugt werden. Beispielsweise läßt sich mittels UV-Strahlung bei einer Sauerstoff enthaltenden Prozeßgasatmosphäre Ozon erzeugen.

[0027] Als polare Gase, welche auf Wasser eine desorbierende Wirkung ausüben, eignen sich Stickstoff-Wasserstoff-Verbindungen wie Ammoniak  $NH_3$  oder Hydrazin  $N_2H_4$ .

[0028] Gemäß der Adsorptionstheorie (Adsorptions-Isotherme von Langmuir) ist eine Erhöhung des Partialdrucks der verwendeten Gase vorteilhaft. Insbesondere ist ein Überdruck des polaren Gases von Vorteil.

[0029] Für gewisse Schnellheizprozesse erlaubt die Verwendung von  $NH_3$  vorteilhaft die Reduktion der Prozeßtemperatur und damit die thermische Belastung des Substrats, da  $NH_3$  auf verschiedene Arten dissoziiert und reaktiven Wasserstoff abspaltet.

[0030] Für das erfindungsgemäße Verfahren ist es nicht notwendig, die Prozeßkammer stufenweise oder kontinuierlich mit einem polaren Gas zu spülen. Bei bestimmten Anwendungen ist ein periodischer Spülvorgang zum Entfernen des Wassers vorteilhaft, bei dem sich ein Spül- oder Prozeßgas und ein polares Gas im Gasstrom nach vorgegebener Modulation abwechseln. Um die Desorption von Wasser zu fördern, kann die Temperatur der Prozeßkammer 6 und/oder des Wafers 2 während der einzelnen Spülvorgänge variiert werden.

**[0031]** Fig. 2 zeigt die Ergebnisse eines Tests, der den Einfluß eines polaren Gases auf die Feuchtigkeitskonzentration innerhalb einer Prozeßkammer einer Schnellheizanlage zeigt. Der Test wurde auf einer Schnellheizanlage vom Typ AST 2800E der STEAG RTP Systems GmbH durchgeführt. Ein oberes Diagramm zeigt den Gehalt von Wassermolekülen in einer aus einer Prozeßkammer austretenden Gasströmung in ppm, d. h. in Teilchen pro Million. In dem in Fig. 2b gezeigten Diagramm zeigt eine erste Kurve **21** einen Argonfluß durch die Prozeßkammer der Schnellheizanlage; eine zweite Kurve **22** einen Ammoniak-(NH<sub>3</sub>)-Fluß durch die Prozeßkammer und eine dritte Kurve **23** die Temperatur eines in der Kammer befindlichen Halbleiterwafers, wie sie durch ein Pyrometer in bekannter Art und Weise gemessen wurde.

**[0032]** Wie man aus den beiden Diagrammen erkennen kann, sinkt in den ersten 60 Sekunden nach Beginn einer Argonströmung von ca. 10 slm der Wassergehalt in dem aus der Prozeßkammer austretenden Gasstrom kontinuierlich auf 4 ppm ab. Dies kommt daher, daß die Argonströmung Wassermoleküle aus der Kammer mit nach außen reißt und der Wassergehalt in der Kammer mit der Zeit absinkt.

**[0033]** Ungefähr 55 Sekunden nach dem Einsetzen der Argonströmung wird eine zusätzliche Strömung von 1 slm Ammoniak in die Kammer eingeleitet, wie in Fig. 2b zu sehen ist. Kurz danach steigt der Wasseranteil in dem aus der Kammer austretenden Gasstrom auf 8 ppm an, was darauf zurückzuführen ist, daß die Ammoniakmoleküle eine desorbierende Wirkung auf die Wassermoleküle ausüben. Darüber hinaus nehmen die Ammoniakmoleküle die Plätze der Wassermoleküle auf den verschiedenen Oberflächen, wie den Kammerwänden und/oder der Waferoberfläche, ein, wodurch eine erneute Adsorption der Wassermoleküle verhindert wird. Infolge der statistischen Verteilung thermischer Energie auf die einzelnen Moleküle bekommt ein gewisser Bruchteil der Wassermoleküle stets genügend Energie, um die Adsorptionsenergie zu überwinden und sich von der Oberfläche zu lösen und dabei Adsorptionsplätze frei werden zu lassen. Diese frei gewordenen Plätze werden durch die Ammoniakmoleküle besetzt. Die desorbierten Wassermoleküle werden von dem Gasstrom aus Argon und Ammoniak erfaßt und aus der Kammer ausgeleitet, wodurch der Wasseranteil im Gasstrom ansteigt, wie in Fig. 2a zu sehen ist.

**[0034]** Nach dem anfänglichen Anstieg des Wassergehalts auf ungefähr 8 ppm beginnt der Wassergehalt bei ca. 70 Sekunden wieder abzufallen. Ein erneuter Anstieg des Wassergehalts wird durch eine Erwärmung des Wafers auf eine erhöhte Temperatur erreicht. Wie in der Kurve **23** in Fig. 2b zu erkennen ist, wird die Wafertemperatur auf ungefähr 750 °C erwärmt. Diese Erwärmung fördert die Desorption von

Wasser, was sich in einem erneuten Anstieg des Wassergehalts in dem aus der Prozeßkammer austretenden Gasstrom, wie in Fig. 2a gezeigt, ergibt. Die Temperatur des Wafers wurde mit einem Pyrometer gemessen. Da ein schwach dotierter Siliziumwafer unterhalb von 450 °C im infraroten Wellenlängenbereich semitransparent ist und eine nicht meßbare schwache thermische Strahlung emittiert, setzt die Temperaturkurve erst ab dieser Grenztemperatur ein.

**[0035]** Der Wafer wird vorzugsweise auf eine Temperatur von 750 °C geheizt und zehn Sekunden lang auf dieser Temperatur gehalten, wie in Fig. 2b zu erkennen ist. Vorzugsweise liegt die Wafertemperatur in einem Bereich zwischen 400 °C und 800 °C. Zehn Sekunden genügen, um ein erneutes Maximum des Wasseranteils im Spülgas zu erreichen. Alternativ zum Heizen des Wafers kann auch das Argon- und/oder Ammoniakgas erhitzt werden, um die Desorption von Wasser zu fördern.

**[0036]** Nach dem Abschalten der Heizlampen und dem Abkühlen des Wafers sinkt auch der Gehalt des Wassers im Gasstrom auf einen Bereich unter 3 ppm ab.

**[0037]** Fig. 3 zeigt die Ergebnisse eines weiteren Tests mit dem im wesentlichen selben Testaufbau, wie dem zuvor beschriebenen. Wie zuvor wird die Kammer zunächst für ca. 50 Sekunden mit einer Argonströmung mit ca. 10 slm (Kurve **31**) vorgespült. Der Wasseranteil des aus der Prozeßkammer austretenden Gassstroms nimmt wiederum kontinuierlich ab. Im Anschluß daran wird die Argonströmung durch eine reine NH<sub>3</sub>-Strömung von 10 slm (Kurve **32**) ersetzt. Sofort nach dem Einsetzen der NH<sub>3</sub>-Strömung steigt der Wassergehalt in dem aus der Prozeßkammer austretenden Gasstrom auf 10 ppm an. Bei dem vorhergehenden Test stieg der Wasseranteil nur auf 8 ppm an. Darüber hinaus ist die Spitze des Maximums bei diesem Test viel stärker ausgeprägt. Dies weist auf eine effizientere Wasserdesorption bei einer reinen NH<sub>3</sub>-Strömung im Gegensatz zu einer Argon-Ammoniak-Strömung hin. Da der Wassersensor außerhalb der Reaktionskammer am Gasflußsystem angeschlossen war, erfolgten die Spitzen in den Kurven für den H<sub>2</sub>O-Gehalt zum Teil mit 10–20 Sekunden Verspätung.

**[0038]** Wie bei dem vorhergehenden Test gemäß Fig. 2 wird ein in der Kammer befindlicher Halbleiterwafer zur Unterstützung der Wasserdesorption aufgeheizt (Kurve **33**). Auch in diesem Fall wird ein lokales Maximum der den Wassergehalt im Gasstrom anzeigenden Kurve infolge der Erwärmung des Wafers erzeugt. Mit Ende des Heizschrittes wird von der NH<sub>3</sub>-Strömung wieder auf Ar umgeschaltet (Kurve **34**).

[0039] Die Diagramme gemäß den **Fig. 2** und **Fig. 3** zeigen deutlich eine verbesserte Entfernung von Wasser aus einer Prozeßkammer durch das Einleiten eines polaren Gases, wie beispielsweise Ammoniak, in die Prozeßkammer.

[0040] Ferner ist deutlich gezeigt, daß eine Temperaturerhöhung ebenfalls das Entfernen von Wasser aus einer Prozeßkammer fördert.

[0041] Je nach Prozeßbedingungen kann es vorteilhaft sein, die Kammer mit einem Gemisch mehrerer polarer Gase anstatt mit einem einzelnen polaren Gas zu spülen.

[0042] **Fig. 4** zeigt die Auswirkungen mehrmaliger Wiederholung des oben genannten Verfahrens auf den Feuchtigkeitsgehalt in der Prozeßkammer. In dem Diagramm gemäß **Fig. 4** ist der Wassergehalt in einer aus der Prozeßkammer austretenden Gasströmung in Abhängigkeit von der Zeit gezeigt. Es wurde eine Gasströmung und Temperatursteuerung gemäß **Fig. 3b** zum Reduzieren der Feuchtigkeitskonzentration in der Kammer eingesetzt.

[0043] Die Kurve **41** zeigt den Verlauf des Wassergehalts in der aus der Prozeßkammer austretenden Gasströmung bei einem ersten Wafer, und die Kurve **42** zeigt den Verlauf des Wassergehalts in dem austretenden Gasstrom bei der Behandlung des zehnten Wafers.

[0044] Der Zeitpunkt  $t_1$  markiert den Zeitpunkt, zu dem die Ammoniakströmung während der Behandlung einsetzt.

[0045] Während des Be- und Entladens der Wafer wurde eine Argonströmung von 15 slm durch die Kammer hindurch aufrechterhalten, um ein Eindringen von Raumluft in die Prozeßkammer zu unterdrücken. Die Behandlungsvorgänge wurden für zehn Wafer aufeinanderfolgend durchgeführt. Im Vergleich der Kurven **41** und **42** ist deutlich zu erkennen, daß die Kurve **42** nach dem Einleiten der Ammoniakströmung zum Zeitpunkt  $t_1$  ein viel geringeres lokales Maximum aufweist, wie die Kurve **41**. Daraus ist zu schließen, daß die wiederholte Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eine erhebliche Reduktion des Feuchtigkeitsgehalts in der Kammer zur Folge hat.

[0046] Obwohl die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, ist das erfindungsgemäße Verfahren auch bei anderen Vorrichtungen anwendbar. Insbesondere ist das beschriebene Verfahren bei Anlagen von Vorteil, die über ein Schleusensystem verfügen, zum Beispiel, wenn die Prozeßkammer selbst und andere Komponenten der Anlage evakuiert sind. In diesen Fällen kann die beschriebene Entfernung von adsorbiertem

Wasser ohne oder mit dem optionalen Heizschritt in der Schleuse durchgeführt werden, bevor der Wafer in eine Prozeßkammer eingebracht wird. Aufgrund des typischerweise relativ geringen Volumens einer Schleusenkammer kann eine rasche Desorption von Wasser erreicht werden. Natürlich kann auch in diesen Fällen ein in die Schleusenkammer eingeleitetes Gas erwärmt werden, um die Desorption von Wasser zu fördern und somit eine raschere Verringerung der Feuchtigkeitskonzentration innerhalb der Schleusenkammer zu erreichen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Entfernen von auf den Oberflächen einer Kammer und/oder wenigstens eines in der Kammer befindlichen Objekts adsorbierten ersten Molekülen, insbesondere einer Prozeß- oder Schleusenkammer einer Schnellheisanlage, gekennzeichnet durch Einleiten von zweiten, polaren Molekülen aus Stickstoff und Wasserstoff, insbesondere  $\text{NH}_3$  Molekülen, in die Kammer, die auf die ersten Moleküle eine desorbierende Wirkung ausüben.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Moleküle Sauerstoffmoleküle sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die ersten Moleküle polar, insbesondere Wassermoleküle, sind.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß vor, während und/oder nach dem Einleiten der zweiten polaren Moleküle ein Spülgas, insbesondere ein inertes Gas oder  $\text{N}_2$ , durch die Kammer geleitet wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst Spülgas und anschließend eine Mischung aus Spülgas und den zweiten polaren Molekülen durch die Kammer geleitet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Mischungsverhältnis des Spülgases und der zweiten polaren Moleküle etwa 9 zu 1 ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst Spülgas und anschließend die zweiten polaren Moleküle durch die Kammer geleitet werden.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur innerhalb der Kammer gesteuert wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wände der Kammer und/oder ein in der Kammer befindliches



Objekt erhitzt werden.

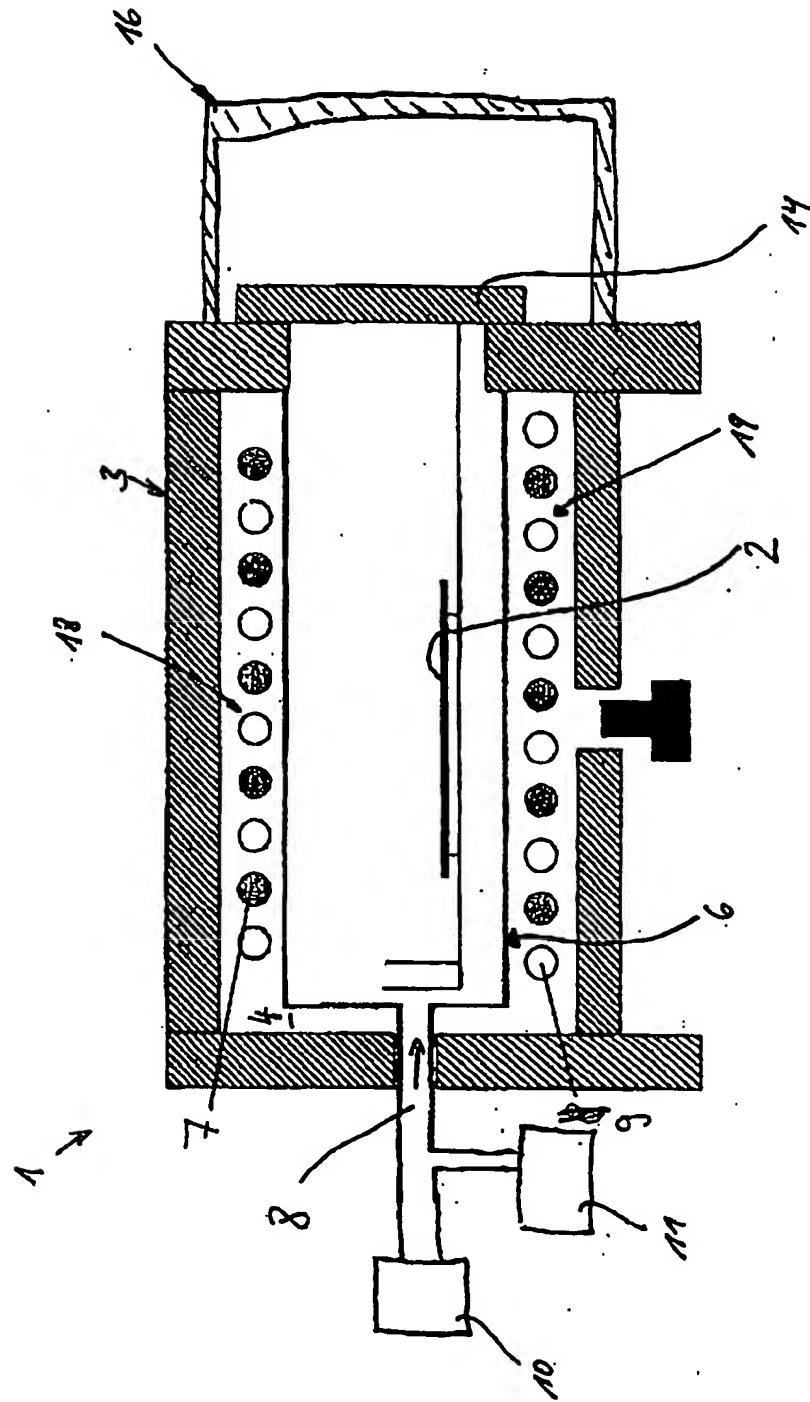
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Objekt auf einen Temperaturbereich zwischen 400°C und 800°C erhitzt wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiten polaren Moleküle und/oder das Spülgas vor dem Einleiten in die Kammer erhitzt werden.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck in der Kammer auf einen Überdruck oder einen Unterdruck gesteuert wird.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Fig. 1



**Fig. 2**

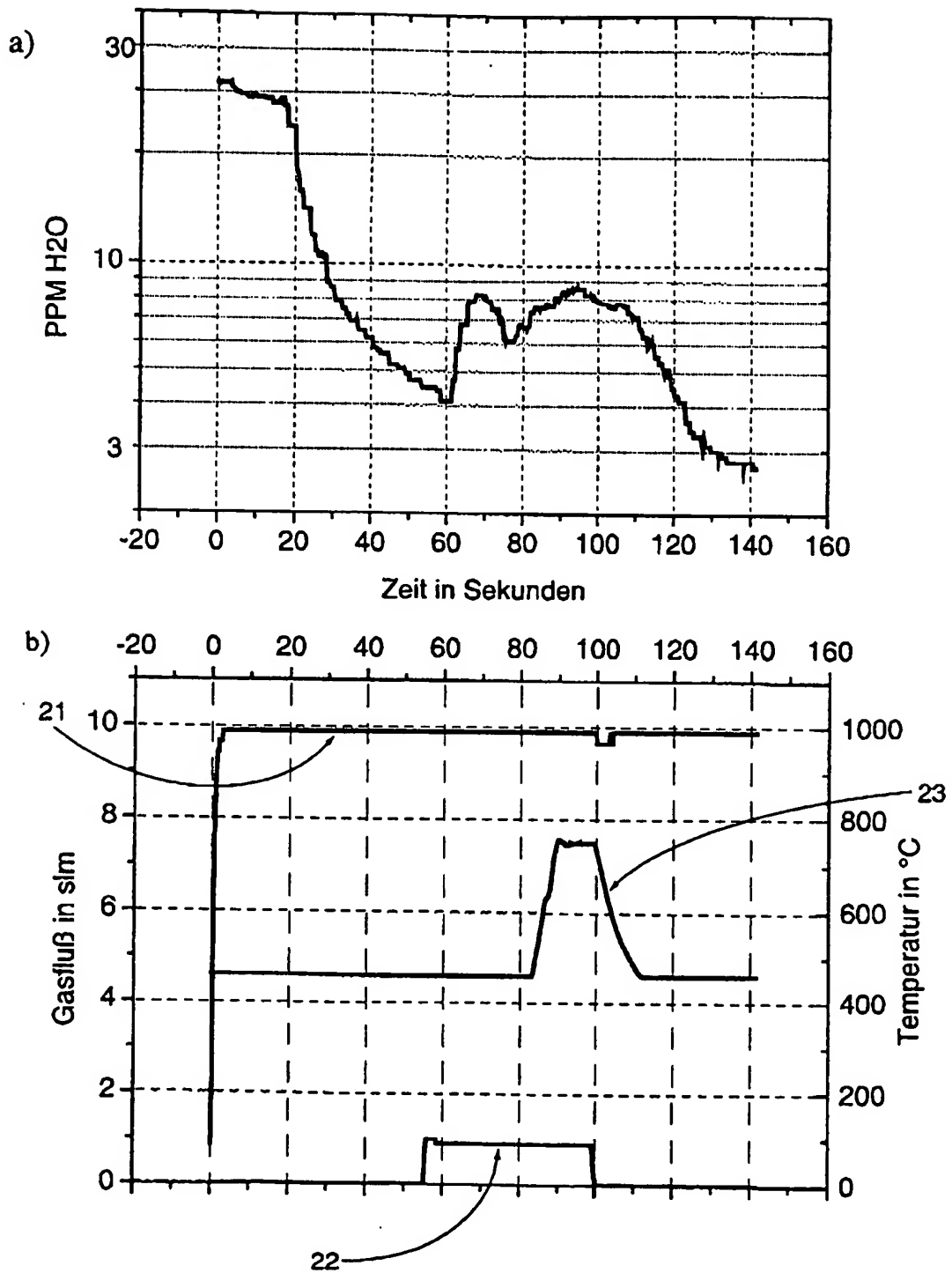


Fig. 3

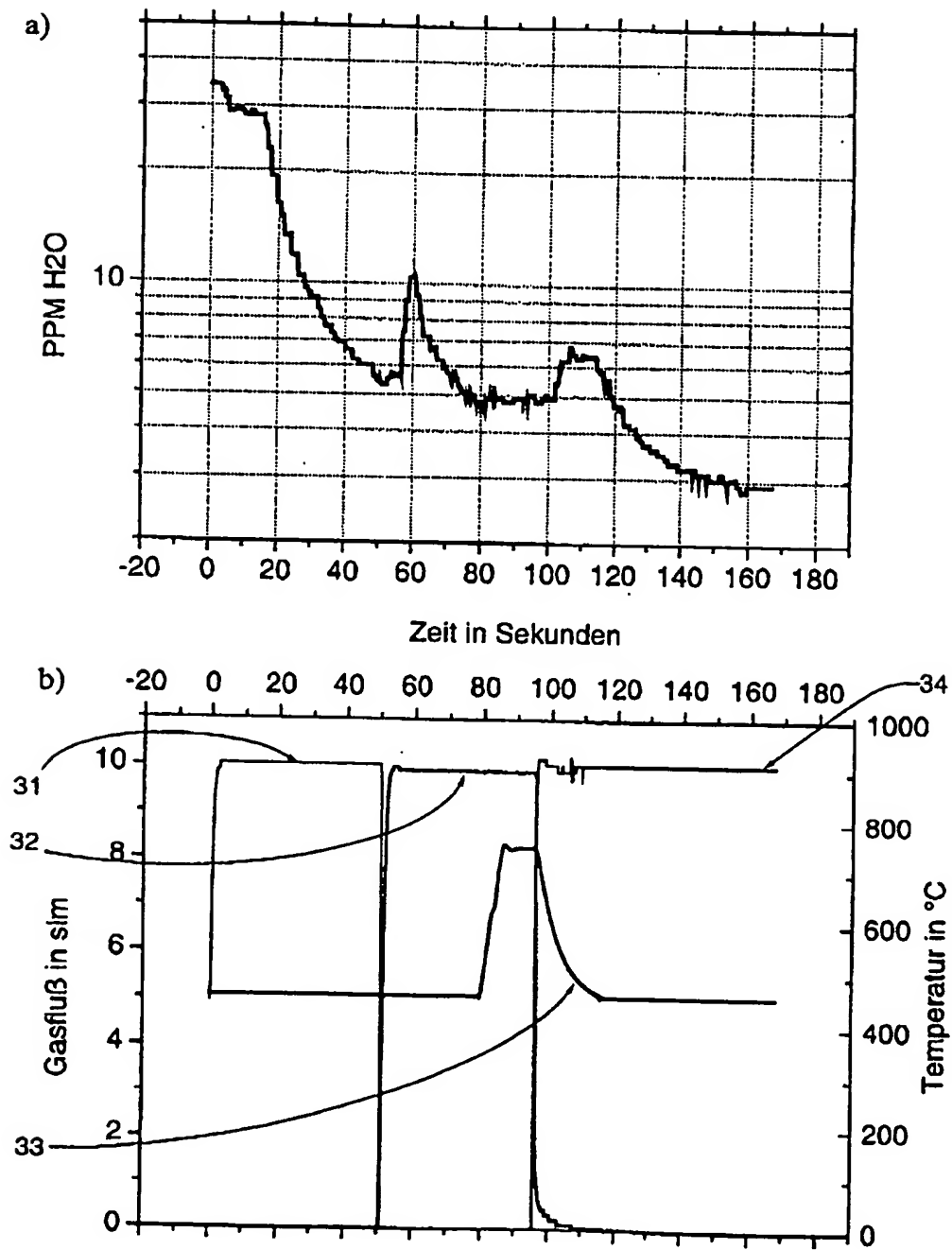


Fig. 4

